

KONSEP DESAIN PELURU KENDALI UNTUK KAPAL CEPAT RUDAL INDONESIA

CONCEPTUAL DESIGN OF ANTI-SHIP MISSILE FOR FAST MISSILE BOAT INDONESIA

Fuji Dwiastuty¹, Romie Oktovianus Bura², Robertus Heru Triharjanto³

Program Studi Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Indonesia
(fujidwiastuty@gmail.com)

Abstrak – Kapal Cepat Rudal (KCR) adalah alat pertahanan dan kemanan (alpahankam) yang menjadi bagian dalam operasi penjagaan wilayah perbatasan laut Indonesia yang digunakan TNI AL. KCR diperkuat dengan persenjataan peluru kendali (rudal) anti kapal permukaan. Teknologi rudal menjadi bagian dalam tujuh prioritas kemandirian alat utama sistem persenjataan (alutsista) Indonesia, sehingga untuk mendukung program tersebut penelitian ini akan berfokus pada desain konsep sistem rudal anti kapal permukaan, sebagai tahap awal dalam proses pengembangan teknologi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan standar umum dan teknis untuk rudal anti kapal yang diperuntukkan bagi KCR. Metoda yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan analisis kebutuhan, dengan mengambil data primer dari TNI AL dan sekunder dari negara-negara tetangga yang mempunyai alutsista sejenis. Dari pengolahan data disimpulkan bahwa rudal yang diperlukan adalah tipe jelajah jarak menengah, sehingga sistem propulsinya : solid booster dan turbojet sustainer, kecepatan terbang : 0.8–0.9 Mach, ketinggian terbang <30 m, dan sistem pemandunya : GPS-INS dan radar aktif. Parameter utama rudal, yang diantaranya dibatasi oleh kapasitas KCR, adalah panjang: 4.3 – 6.3 m, diameter: 0.28 – 0.44 m, lebar sayap 0.6-1.6 m, dan berat <1000 kg.

Kata Kunci: Desain Konseptual, Rudal, KCR, Alutsista

Abstract : *Fast Missile Boat (FMB) is one of system defense that can be used to secure Indonesian sea borders. The system is used by Indonesian Navy, and are equipped with surface anti-ship missiles. Missile technology is one of the seven priorities in Indonesia main weapons systems technology mastering. Therefore, this research focus on the conceptual design of the anti-ship missile system, which is the initial stage in the process of developing the technology. This research aims to obtain a system configuration for anti-ship missiles that can be installed in FMB. The method carried out in this study is conducting need analysis to obtain design requirements, by taking primary data from Indonesian Navy and secondary data from neighbour countries that have similar defense equipment. From the data analysis conclude that shows that anti-ship missile needed is medium range cruise missile type, so that its propulsion are solid booster and turbojet sustainer, with flight speed 0.8 - 0.9 Mach, flight altitude <30 m, and guidance system of GPS-INS and active radar. The missile main parameters, which mainly limited by the capacity of FMB are length: 4.3 - 6.3 m, diameter: 0.28 - 0.44 m, lebar sayap 0.6-1.6 m, dan berat < 1000 kg.*

Keywords: *Conceptual design, Missile, FMB, Primary Weapon System*

¹ Program Studi Teknologi Persenjataan Cohort 9, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

² Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

³ Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa, LAPAN.

Pendahuluan

Dinamika perkembangan lingkungan strategis dapat mempengaruhi sebuah negara. Isu – isu strategis baik dalam lingkup nasional, regional dan global akan mempengaruhi perkembangan negara. Sistem pertahanan negara menjadi sebuah benteng dalam menghadapi setiap perubahan yang terjadi di lingkungan strategis. Kedaulatan negara, keutuhan wilayah dan keselamatan bangsa menjadi tujuan yang diperjuangkan dalam penyelenggaraan pertahanan negara.⁴

Letak geografis yang strategis menjadikan Indonesia memiliki beberapa potensi ancaman baik dalam lingkup global, regional maupun nasional. Indonesia mendefinisikan ancaman dalam dua wujud, yaitu ancaman nyata dan ancaman tidak nyata. Salah satu potensi ancaman nyata bagi Indonesia adalah wilayah perbatasan negara.

Kesepakatan perbatasan Indonesia dan negara lain telah banyak terlaksana melalui sebuah perjanjian, namun perjanjian tersebut belum menjamin

keamanan perbatasan dan sumber daya laut. Pelanggaran perbatasan laut masih tercatat dilakukan oleh beberapa negara. Salah satunya pencurian ikan yang dilakukan kapal negara tetangga. Pencurian ikan di wilayah Indonesia masih menjadi salah satu alasan kapal negara lain melanggar perbatasan. Rentannya pulau – pulau terluar Indonesia diakui oleh negara lain. Tercatat bahwa 12 dari 92 pulau terluar menjadi bagian prioritas dalam menjaga kedaulatan negara.⁵

Konsep pemerintah untuk membangun pertahanan militer dan nirmiliter secara terpadu, merupakan kebijakan yang selaras untuk menangkal ancaman perbatasan.⁶ TNI sebagai garda terdepan dalam menjaga kedaulatan wilayah Indonesia, diperkuat dengan alat utama sistem persenjataan (alutsista).

Rudal merupakan alutsista yang diharapkan juga mampu memperkuat persenjataan Kapal Cepat Rudal (KCR), yang difungsikan sebagai rudal anti kapal TNI AL untuk mengatasi pelanggaran perbatasan dan penjagaan keamanan di laut. Pengembangan rudal menuju

⁴ Angga Nurdin Rachmat, “Tantangan dan Peluang Perkembangan Teknologi Pertahanan Global Bagi Pembangunan Kekuatan Pertahanan Indonesia”, dalam https://www.ndi.org/files/securefuture_022803_ind.pdf diakses pada 25 Agustus 2018.

⁵ Harmen Batubara, *Batas Laut Profil Perbatasan Indonesia*, (wilayah perbatasan), hlm. 34.

⁶ Muradi. “Pengelolaan Pengamanan Perbatasan Indonesia”, http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2016/05/04_pengelolaan-pengamanan-perbatasan-indonesia.pdf, 04 Mei 2016, hlm. 8.

kemandirian alutsista dilihat menjadi sangat dibutuhkan, karena hingga saat ini pemenuhan kebutuhan rudal KCR masih seluruhnya tergantung pada pembelian produk luar negeri.

Rudal yang dihasilkan dari produksi dalam negeri diharapkan mampu memenuhi desain yang dibutuhkan dari TNI AL. Kesesuaian desain rudal akan dipengaruhi oleh empat faktor, diantaranya: ancaman, lingkungan operasi, harga produk, dan referensi rudal yang ada saat ini.⁷ Empat faktor yang mempengaruhi tersebut dapat diketahui dari hasil desain konsep yang dilakukan, sehingga tahapan awal dalam memenuhi program kemandirian alutsista rudal yang dibutuhkan dalam memperkuat persenjataan KCR adalah membuat sebuah konsep desain rudal.⁸

Metode Penelitian

Tempat penelitian ini, yaitu Dinas Satuan Penelitian dan Pengembangan TNI AL (Dislitbang AL) dan Markas Besar TNI AL (Mabesal). Penelitian yang dilakukan menggunakan dua metode, yaitu metode

kualitatif dan kuantitatif. Metode pertama yang digunakan adalah metode kualitatif untuk menentukan kebutuhan pengguna rudal di KCR Indonesia. Analisis yang dilakukan dengan pendekatan naratif untuk mengetahui ancaman dan kemampuan rudal yang dibutuhkan.

Peneliti mengolah hasil data dari narasumber dan data sekunder rudal – rudal yang dimiliki negara tetangga sebagai modal olahan peneliti. Setelah kebutuhan pengguna diketahui, data rudal yang dimiliki dibandingkan dan dihubungkan dengan kebutuhan rudal KCR, sehingga menghasilkan standar umum dan teknis kebutuhan rudal di KCR.

Hasil dan Pembahasan

Teori Desain Konseptual

Desain konseptual merupakan tahapan awal dari *design engineering* yang menggambarkan bagaimana sebuah produk akan bekerja dan memenuhi persyaratan awal dalam mendesain sebelum desain awal dilakukan.⁹ Terdapat empat tahapan dalam melakukan desain konseptual, yaitu:¹⁰

⁷ George M. Siouris, *Missile Guidance and Control Systems*, (New York: Springer, 2004), hlm. 85.

⁸ Daniel P Raymer, “Aircraft Design: A Concept Approach”, 2nd Edition, (Washington, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992), hlm. 4.

⁹ Cagatay Tanil, bulent E. Platin dan Gokmen Mahmutyaziciouglu, “External Configuration Optimization of Missile in Conceptual Design”, *Journal of AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference*, 2009, hlm. 2.

¹⁰ Eugene L. Fleeman, *Tactical Missile Design*, (Virginia: American Institute of Aeronautics, Inc, 2001), hlm 2.

1. mendefinisikan misi atau skenario,
2. batasan desain (integrasi dengan *platform*),
3. survei alutsista yang ada,
4. sintesis konsep senjata.

Dalam artikel ini, tahapan tersebut dapat dihasilkan dengan menganalisis kebutuhan pengguna, di mana proses analisis dapat ditentukan dengan empat langkah, seperti: ¹¹

1. mengumpulkan informasi,
2. identifikasi pengguna,
3. perkiraan dan evaluasi,
4. persyaratan kebutuhan.

Pengumpulan Informasi (*Information Gathering*)

Pengumpulan informasi dalam menentukan kebutuhan pengguna dilakukan dalam beberapa langkah, seperti mendefinisikan area operasi dari KCR dan menghimpun informasi rudal yang dimiliki negara – negara tetangga.

KCR merupakan salah satu armada laut yang menjadi bagian dari struktur kekuatan yang dibutuhkan TNI AL dalam menghadapi ancaman kedaulatan dan keutuhan NKRI. KCR berada di beberapa Pangkalan Utama (Lantamal) di bawah

dua Komando Armada, yaitu: Komando Armada Indonesia Kawasan Barat (Koarmabar) dan Timur (Koarmatim).¹²

Wilayah operasi KCR bagian utara Indonesia berdekatan dengan beberapa negara, diantaranya: Thailand, Malaysia, dan Filipina. Selain itu, wilayah operasi KCR juga berdekatan dengan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) yang berbatasan dengan Laut Cina Selatan yang hingga saat ini di wilayah tersebut masih terdapat perselisihan mengenai batas wilayah beberapa negara. Salah satu negara yang berada disekitar Laut Cina Selatan adalah Vietnam. Kondisi laut di sekitar daerah tersebut tergolong cuaca ekstrim ditandai dengan kenaikan dan penurunan gelombang laut. Adapun gelombang laut ini tergolong gelombang ekstrim. Gelombang ekstrim didefinisikan sebagai gelombang tertinggi. Laut Cina Selatan termasuk pada wilayah utara equator. Batas operasi KCR berada pada ketinggian 4.73 m, namun gelombang ekstrim di wilayah Laut Cina Selatan berada pada ketinggian 6.1 – 7.2 m.¹³

Pengaruh angin pada setiap musim yang datang akan mempengaruhi kondisi panjang dan tinggi gelombang perairan

¹¹ Martin Maguire dan Nigel Bevan, *User Requirement Analysis*, (UK: 2002), hlm 2.

¹² Soegeng Hardjono, “Analisa Ketinggian Gelombang yang Sesuai untuk Kapal Cepat

Rudal 60 m di Perairan Indonesia”, Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim – BPPT, 2018, hlm 240.

¹³ Soegeng, *op cit.*, hlm. 244.

Indonesia. Siklus angin monsunal yang menjadi pola dari karakteristik Indonesia terbagi menjadi dua, yaitu: angin Barat/ Monsun Asia dan musim angin Timur/ Australia/ Musim. Angin Barat/ Monsum Asia merupakan angin yang berasal dari arah barat dan terjadi di bulan Desember, Januari dan Februari. Musim angin Timur/ Monsun Australia merupakan angin yang bertiup dari arah timur laut Indonesia, terjadi di bulan Juni, Juli dan Agustus.¹⁴

Dalam mengumpulkan informasi, peneliti juga melakukan analisis dan berfokus alutsista yang digunakan negara-negara yang berdekatan dengan wilayah operasi KCR terutama bagian Utara Indonesia, karena kondisi geografisnya mirip, diantaranya:

- a. Malaysia : Excocet MM 38 produksi Perancis,
- b. Filipina : SSM 700 k Haesong produksi Korea Selatan,
- c. Thailand : Gabriel produksi Israel,
- d. Vietnam : KH – 35 Uran E produksi Rusia.

Identifikasi Kebutuhan Pengguna

1. Taktik dan Moda Operasi

Alutsista KCR digunakan dengan tujuan menghancurkan atau menggagalkan operasi target. Taktik penyerangan alutsista KCR menggunakan *Hit and Run*, yaitu meluncurkan serangan langsung ke musuh kemudian lari dengan kecepatan tinggi.

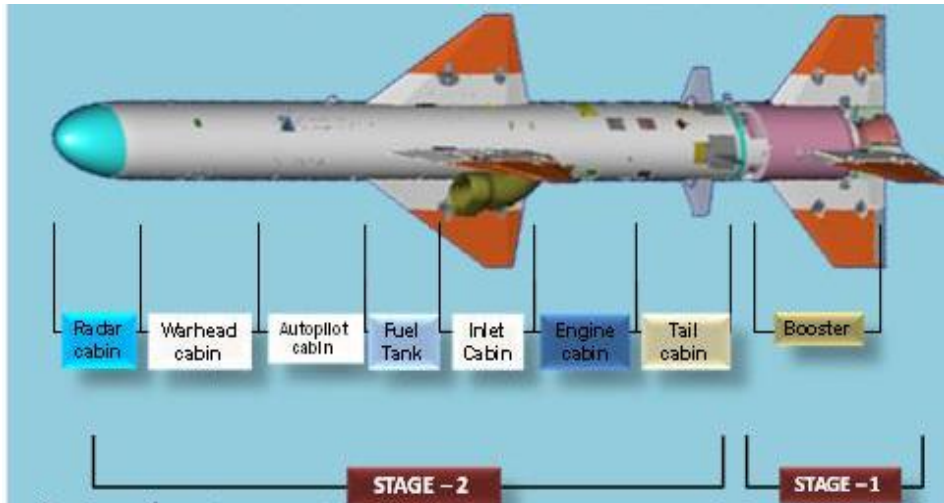
Ketika akan menyerang musuh, dua KCR akan bergerak mendekati musuh. Perpotongan antara KCR dijadikan sebagai akurasi sasaran. Kapal pertama akan berfungsi sebagai asistensi dan sisanya sebagai kapal penembak. Peluncuran senjata yang dilakukan KCR hanya untuk melumpuhkan bukan untuk mematikan.

2. Faktor Operasi Rudal Berdasarkan Pengguna

Kapal KCR merupakan kapal *combatant*, yang berada di posisi bagian belakang *layer defence*. Bentuk kapal yang kecil menjadikan kemampuan maksimal KCR berada pada *sea state* 3. Draft kapal pada KCR 1.6 m¹⁵, sehingga mampu dioperasikan pada perairan dangkal. Operasi yang

¹⁴ Taryono, Ibnu Sofian, A. Rita T, Tasdik M.A., "Analisis Panjang dan Tinggi Gelombang untuk Operasi KRI TNI AL di Perairan Indonesia", Jurnal Chart Datum Juli 2016, ISSN 2460 – 4623, 2016, hlm. 72 – 87.

¹⁵ Draft kapal 1.6 m artinya kapal mampu memasuki perairan dengan kedalaman laut lebih dari 1.6 m. Jika kedalaman kapal kurang dari 1.6 m, maka kapal akan kandas.



Gambar 1. Bagian-bagian rudal anti-kapal
 Sumber: Indomiliter, “C-802: Rudal Penebar Maut Dari Cina”, dalam <https://www.indomiliter.com>, diakses pada 16 Oktober 2018

dilakukan oleh kapal yang memiliki *gross tonnage*¹⁶ sebesar 200 ton ini, dapat berlangsung selama tujuh hari. Setelah tujuh hari KCR kembali ke pelabuhan untuk mengisi bahan bakar.¹⁷ Rudal mampu diluncurkan hingga *sea state* 5.

3. Rudal anti-kapal yang digunakan Indonesia

Gambar 1 menunjukkan bahwa rudal anti-kapal terdiri dari *booster*, *sustainer* (yang karena menggunakan *turbojet* pada kasus ini terdiri *engine*, *inlet*, dan tangki bahan bakar), sayap dan *control*

surfaces (pada kasus ini *tail control*), *warhead*, dan sistem pemandu, yang pada kasus ini terdiri dari *autopilot*, dan radar (sebagai terminal sensor).

a. Sistem Pemandu

Informasi yang dibutuhkan sistem pemandu dapat diperoleh dari tiga cara, yaitu:¹⁸

- informasi dibuat oleh dari rudal itu sendiri;
- informasi dikirimkan ke rudal melalui dari stasiun peluncuran atau titik kontrol lainnya;
- informasi dapat diperoleh dari target.

¹⁶ *Gross tonnage* adalah isi kotor keseluruhan kapal

¹⁷ Wawancara dengan Pabandya Renevalap Ban I sopsal di Mabes TNI AL Jakarta, pada tanggal 1 Oktober 2018.

¹⁸ Bureau of Naval Personnel, *Principle of Guided Missile and nuclear Weapons*, (Washington: U.S. Navy Training Publications Center, 1959), hlm. 109.

Rudal anti kapal permukaan yang digunakan saat ini menggunakan beberapa jenis sistem pemandu, seperti:

1. pemandu *homing*, biasa digunakan pada fasa akhir (terminal) untuk mengejar target bergerak. Tujuan dari sistem *homing* adalah untuk mendapatkan informasi panduan dari target itu sendiri, bukan dari sumber luar lainnya.¹⁹
2. GPS (*Global Positioning System*), yaitu pemandu menggunakan satelite navigasi, yang secara *real time* menghitung posisi wahana.
3. INS (*Inertial Navigation System*), merupakan pemandu yang menghitung posisi wahana selama perjalanan berdasarkan kecepatan dan orientasi (*attitude*) wahana. Informasi ini dibandingkan dengan posisi target yang dimasukkan ke wahana sebelum rudal diluncurkan, untuk melakukan koreksi.

b. Sistem Propulsi

Terdapat tiga jenis sistem propulsi rudal Indonesia dan negara tetangga, seperti:

- *Solid*, yang merupakan campuran padat dari bahan bakar dan pembawa oxygen. Sistem propulsi jenis ini memiliki kemampuan daya dorong yang tinggi, dan dapat terbang rendah, namun efisiensinya rendah.
- *Turbojet*, merupakan sistem propulsi yang menggunakan bahan bakar cair dan udara sebagai pengoksidasi sehingga lebih efisien (jarak jangkauan jauh lebih jauh untuk ukuran/berat yang sama dengan *solid*). Namun, di laut, harus terbang lebih tinggi untuk menghindari air masuk ke dalam mesin.
- *Turbofan*, sistem ini menggunakan baling-baling pendorong udara dalam silinder, sehingga umumnya yang menghasilkan kecepatan yang jauh lebih rendah.

¹⁹ *Ibid*, hlm. 124.

Kebutuhan rudal Indonesia secara umum dapat dilihat dari rudal yang ada saat ini.²⁰ Indonesia tercatat telah menggunakan rudal dari dua negara, yaitu Perancis dan Cina, yakni Excocet MM-38, Excocet MM-40 Blok 2, C802, dan C705. Secara berurutan jarak dari masing-masing rudal adalah 38 km, 70 Km, 120 km dan 170 km.

Rudal yang dipasang di KCR tercatat memiliki kecepatan sekitar 0.8 – 0.9 Mach. Kecepatan subsonik rudal didukung oleh propulsi solid propelan sebagai booster dan sebagai sustainer solid propelan pada Exocet dan turbojet pada C802/C705. Rudal tersebut menuju area target dengan menggunakan pemandu GPS-INS dan radar aktif saat target telah terlihat (*in the line of sight*).

Kriteria Rudal yang Dibutuhkan Indonesia

Berdasarkan hasil informasi yang dihimpun, diketahui bahwa standar umum rudal yang dibutuhkan oleh pengguna adalah sebagai berikut:

a. Kemampuan Manuver dan Kecepatan

- Rudal yang harus mampu memprediksi gerak target.
- Jika kondisi alam (seperti: pulau-

pulau kecil) menjadi hambatan lintasan, rudal mampu bermanuver dengan baik untuk ke lintasan menuju target.

- Rudal harus mampu terbang rendah dengan kecepatan subsonik (<1 Mach) untuk mendekati target

b. Kendali

- Data target dalam peluncuran rudal di input dari data yang diolah dari *combat management system (fire control)* pada KCR.
- Rudal dapat secara mandiri menuju target setelah *take off*.

c. Pemandu

- Sistem pemandu rudal harus memiliki akurasi yang tinggi untuk mencapai target.
- Pemandu akhir rudal (*homing*) akan aktif saat target sudah dekat.
- Sistem pemandu tidak mudah terdampak *jamming*.
- Rudal dapat terbang secara *way-point*.

d. Sistem Propulsi dan Daya Ledak

- Sistem propulsi harus dapat membantu rudal meluncur meninggalkan launcher hingga mencapai ketinggian maksimum.

²⁰ Wawancara dengan Dispenlekal Mabes TNI AL, pada 26 Oktober 2018.

- Sistem propulsi yang digunakan harus mampu mendorong rudal mencapai sasaran.
- Ledakan terjadi setelah adanya penetrasi.
- Fragmentasi yang dihasilkan pada peledakan mampu memberikan kerusakan pada sistem target.

e. Berat dan Dimensi

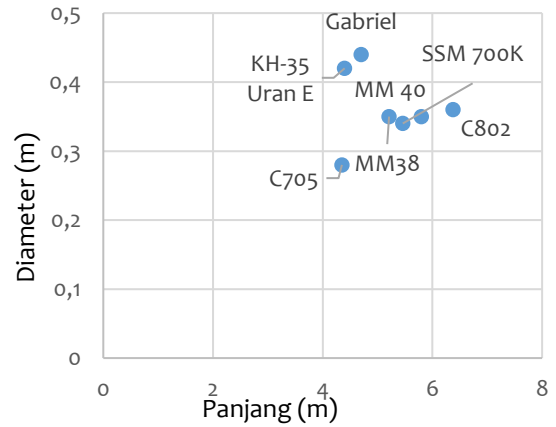
- Berat rudal tidak mengganggu kinerja KCR.
- Dimensi rudal sesuai dengan ruang yang disediakan di KCR.

Perbandingan Rudal Indonesia dan Negara Perbatasan

Perbandingan rudal yang dilakukan pada subab ini merupakan perbandingan rudal yang digunakan KCR Indonesia dan negara lain, dilihat dari kemampuan dan dimensi yang dimiliki.

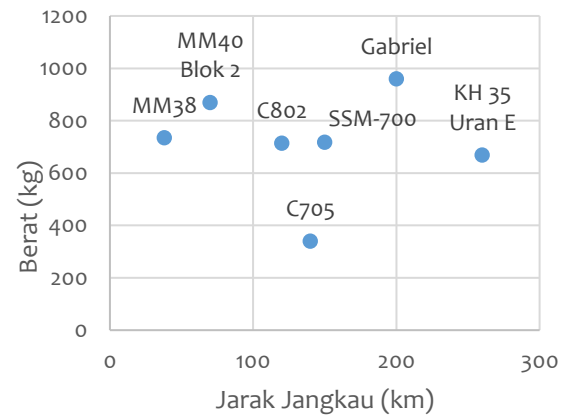
Gambar 2 menunjukkan nilai dimensi masing-masing rudal. Berdasarkan gambar tersebut, rudal yang digunakan oleh Indonesia (C705, C802, MM38, MM40 Blok 2) berada pada interval 4.4 – 6.5 m dengan diameter 0.2 – 0.35 m. Jika dibandingkan dengan ukuran yang dimiliki oleh negara lain, maka terlihat bahwa rudal yang digunakan negara-negara perbatasan Indonesia berada pada interval panjang yang sama, dengan

diameter KH-35 dan Gabriel sedikit lebih besar.



Gambar 2. Perbandingan Panjang dan Diameter Rudal

Sumber: Olahan Peneliti, 2019.



Gambar 3. Perbandingan Berat dan Jarak Jangkau Rudal

Sumber: Olahan Peneliti, 2019.

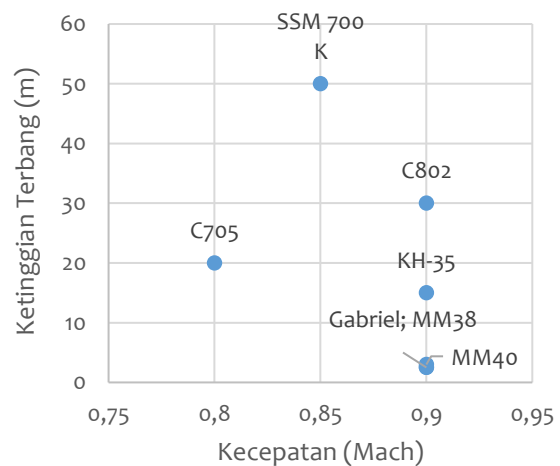
Berat rudal menjadi salah satu kriteria yang harus disesuaikan dengan KCR, karena berhubungan dengan kemampuan KCR dalam membawa muatan. Rudal paling berat yang dibeli Indonesia adalah rudal Excocet MM 40 Blok 2 (berat rudal 870 kg), berat tersebut menunjukkan bahwa KCR mampu

membawa dengan berat tersebut. Jika dibandingkan dengan rudal–rudal lainnya, jangkauan MM38 dan MM40 Blok 2 jauh lebih kecil. Hal ini dikarenakan kedua rudal tersebut menggunakan sustainer solid propellant yang efisiensi (jangkauan/berat) nya lebih kecil dari jenis propulsi lainnya (*turbojet* atau *turbofan*).

Hasil wawancara yang dilakukan terhadap pengguna mencatat bahwa pengguna mengharapkan rudal anti-kapal memiliki jarak jangkau yang mendekati 200 km. Hal ini hampir terwujud dalam penggunaan rudal C705 yang memiliki jarak jangkau hingga 140 km. Gambar 5 menunjukkan bahwa rudal yang memiliki jarak jangkau terjauh dimiliki oleh KH–35 Uran E (260 km).

Rudal pada jenis anti-kapal permukaan menggunakan ketinggian terbang dengan mode *sea skimming*, yakni terbang sangat rendah, untuk menghindari deteksi radar dan menimbulkan kerusakan maksimal pada lambung kapal. Gambar 4 menunjukkan rudal yang dimiliki Indonesia dan negara tetangga memiliki kemampuan tersebut, di mana rata–rata ketinggian terbangnya 17.57 m. Rudal SSM 700K menjadi rudal dengan terbang pada ketinggian tertinggi,

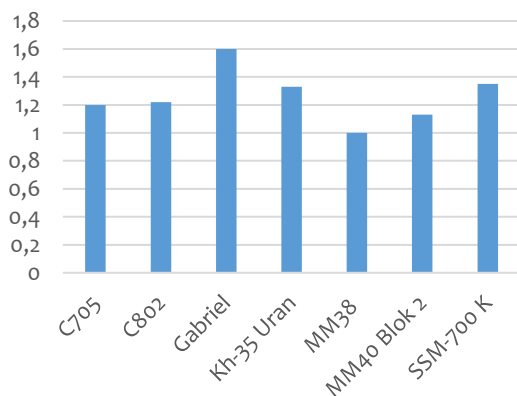
yaitu 50 m, karena menggunakan sustainer turbofan. Kendati hanya selisih sedikit, pemilihan sustainer tersebut juga yang membuat kecepatan terbangnya termasuk paling rendah. Rata – rata kecepatan rudal yang ada pada Gambar 4 adalah 0.88 Mach, dengan kecepatan tertinggi 0.9 Mach dan kecepatan terendah 0.8 Mach. Rudal yang terbang paling rendah adalah rudal Excocet MM38 dan Gabriel, yaitu: 2.5 m.



Gambar 4. Perbandingan Ketinggian Terbang dan Kecepatan Rudal
 Sumber: Olahan Peneliti, 2019.

Pada rudal jelajah yang mengandalkan gaya angkat aerodinamis, pemilihan konfigurasi sayap adalah salah satu keputusan dasar dalam desain, sehingga menjadi parameter pada desain konsep. Jika tidak dilipat, panjang sayap pada rudal terbatas pada lebar ruang yang

disediakan wahana pembawanya,²¹ sementara jika harus dilipat akan menambah kompleksitas desain dan manufaktur. Gambar 5 menunjukkan sayap rudal terpanjang dimiliki rudal Gabriel dengan ukuran 1.6 m, dan sayap terpendek dimiliki MM38 dengan ukuran 1 m. Panjang sayap rudal yang digunakan oleh Indonesia dan negara-negara tetangga tidak jauh berbeda, dengan rata-rata 1.26 m.



Gambar 5. Perbandingan Panjang Sayap Rudal

Sumber: Olahan Peneliti, 2019.

Konfigurasi Konsep Desain Rudal

Hasil analisa dari rudal-rudal anti-kapal yang digunakan Indonesia dan negara-negara sekitar menyimpulkan, bahwa:

1. Pada sistem pemandu, radar semi aktif memiliki jarak jangkauan yang pendek, sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan operasi yang dilakukan oleh

KCR. Sehingga rudal anti kapal yang dibutuhkan harus mempunyai radar aktif. Sistem pemandu INS tahan terhadap jamming, namun bisa menghasilkan kesalahan, sehingga perlu ditambahkan dengan GPS. GPS dapat terkena jamming, namun umumnya area jamming terjadi saat mendekati target dimana radar sudah menjadi pemandu utama.

2. Sistem propulsi turbofan kurang dapat memenuhi kebutuhan KCR, karena ketinggian terbangnya mengakibatkan target dapat mengetahui serangan. Rudal yang memiliki sistem propulsi solid pada fase sustainer juga tidak direkomendasikan karena efisiensinya yang rendah.

Berdasarkan hasil analisa parameter utama rudal anti kapal, didapatkan konfigurasi konsep desain rudal sebagai berikut:

- Kecepatan jelajah: 0.8 – 0.9 Mach.
- Panjang: 4.3 – 6.3 m.
- Diameter: 0.28 – 0.44 m.
- Sistem pemandu: GPS-INS dan radar aktif.
- Sistem Propulsi: *Solid booter* dan *turbojet sustainer*.

²¹ Anonim, "Wing Design", dalam [mail.tku.edu.tw/095980/6_Wing%20Design.pdf](mailto:tku.edu.tw/095980/6_Wing%20Design.pdf) ?q, diakses pada 30 Januari 2019.

- Berat: 340 – 960 kg.
- *Flight Altitude*: ≤ 30 m.
- *Wing Span*: 1 – 1.6 m.
- Jarak Jangkauan: sekitar 170 km.
- Mode Ledak: *delay contact fuze*.

Simpulan

Konseptual pada rudal anti kapal permukaan yang optimal berdasarkan kebutuhan Indonesia telah dilakukan melalui dua tahapan pada penelitian ini. Tahapan tersebut, diantaranya: penentuan kriteria parameter desain dan penentuan desain optimal. Hasil analisa parameter desain rudal anti kapal permukaan yang digunakan di Indonesia dan negara-negara yang mempunyai lingkungan laut yang mendekati sama, sehingga kriteria standar umum dan teknis sesuai dengan subab sebelumnya pada jurnal ini. Kebutuhan rudal di KCR yang paling penting adalah akurasi, karena operasi yang dilakukan oleh menuntut rudal yang diluncurkan untuk memberikan kerusakan pada sistem target.

Saran

Penelitian selanjutnya dapat memanfaatkan desain konseptual ini untuk menjadi acuan dalam melakukan tahapan desain awal rudal KCR. Desain konseptual ini dapat dikembangkan

menjadi desain yang dapat digunakan pula untuk rudal permukaan ke permukaan dengan wahana pembawa di darat.

Referensi

Buku

- Batubara, Harmen. 2017. *Batas Laut Profil Perbatasan Indonesia*. Bandung : wilayahperbatasan.com
- Fleeman, Eugene L. 2001. *Tactical Missile Design*. Virginia: AIAA Education Series.
- Bureau of Naval Personnel. 1959. *Principle of Guided Missile and Nuclear Weapons*. Washington: U.S. Navy Training Publication Center.
- Maguire, Martin, dan Nigel Bevan. 2002. *User Requirement Analysis*. UK
- Raymer, Daniel.P. 1992. *Aircraft Design: A Concept Approach*. 2nd Edition. Wahington: American Institute of Aeronautics and Astronemics.
- Siouris, George M. 2004. *Missile Guidance and Control Systems*. New York: Springer.

Jurnal

- Hardjono, soegeng. 2018. “Analisa Ketinggian Gelombang yang Sesuai untuk Kapal Cepat Rudal 60 M di Perairan Indonesia”. Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim – BPPT.
- Muradi. 2016. “Pengelolaan Pengamanan Perbatasan Indonesia”. Universitas Padjajaran
- Rachmat, N. Angga. 2018. “Tantangan dan Peluang Perkembangan Teknologi Pertahanan Global Bagi

Pembangunan Kekuatan Pertahanan Indonesia”. Universitas Brawijaya.

Taryono, Ibnu Sofian, A. Rita T.. 2016. “ Analisis Panjang dan Tinggi Gelombang untuk Operasi KRI TNI – AL di Perairan Indonesia.” *Jurnal Chart Datum*. Volumeo 2, Nomor 02.

Tanil, Cagatay, Bulent E. Platin, dan Gokmen Mahmutyaziciouglu. 2009. “External Configuration Optimization of Missile in Conceptual Design”. *Journal of AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference*.

studies.blogspot.com/2014/04/russia-to-upgrade-unique-bps-500.html. (diakses pada tanggal 13 Nopember 2018).

Internet

Anonim, “Wing Design”, dalam mail.tku.edu.tw/095980/6_Wing%20Design.pdf?q, diakses pada 30 Januari 2019.

Anonim. “Missile Threat CSIS Missile Defense Project’ dalam <https://missilethreat.csis.org/missile/gabriel/>. Diakses pada tanggal 26 November 2018

CSIS. “Haeseong 1”. [Missilethreat.csis.org/missile/haeseong-1/](https://missilethreat.csis.org/missile/haeseong-1/). (diakses pada tanggal 11 Nopember 2018)

Indomiliter. 2015. Excocet MM40 Block 3: Rudal Anti Kapal High Subsonic Andalan Korvet TNI AL”, dalam <https://www.indomiliter.com>, diakses pada 16 Oktober 2018

Indomiliter. 2011. C-802: Rudal Penebar Maut Dari Cina”, dalam <https://www.indomiliter.com>, diakses pada 16 Oktober 2018.

Nur W. 2014. “Russia to Upgrade ‘Unique’ BPS – 500 Missile Ship of Vietnam”. Defense-studeis.blogspot.com: 07 April 2014, defense-